### (54) DRIVING METHOD FOR ULTRASONIC OSCILLATOR (43) 24.12.1993 (19) JP

(11) 5-344764 (A)

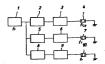
(21) Appl. No. 4-171716 (22) 5.6.1992

(71) OLYMPUS OPTICAL CO LTD (72) TOSHIHARU TSUBATA(2)

(51) Int. Cls. H02N2/00,H01L41/09

PURPOSE: To provide a driving method for ultrasonic oscillator in which undesirable bending oscillation excited by longitudinal oscillation is suppressed effectively and controllability is enhanced in the moving direction of linear actuator or two-dimensional actuator.

CONSTITUTION: Driving frequencies of a multilayer piezoelectric element 4 for driving longitudinal oscillation and piezoelectric elements 7, 10 for driving bending oscillation in an ultrasonic oscillator comprising a resilient body and piezoelectric elements are set at a ratio of 1:n (where, n is an integer higher than 1).



# (54) PIEZOELECTRIC MOTOR AND DRIVING METHOD THEREFOR

(11) 5-344765 (A)

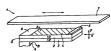
(43) 24.12.1993 (19) JP (21) Appl. No. 4-177327 (22) 11.6.1992

(71) OLYMPUS OPTICAL CO LTD (72) TOMOKI FUNAKUBO(4)

(51) Int. Cl5. H02N2/00,H01L41/09

PURPOSE: To obtain a small and highly efficient piezoelectric motor having very simple structure wherein phase shifter is eliminated from a driving circuit.

CONSTITUTION: A piezoelectric bimorph 1 is constituted of two piezoelectric elements 2, 3 subjected to polarization and bonded while reversing the polarizing direction. Each of the piezoelectric elements 2, 3 is provided with an electrode 4. A friction member 5 is bonded to the piezoelectric element 2 at an end part thereof.



(54) STATOR FOR ULTRASONIC MOTOR AND MANUFACTURE THEREOF

(43) 24.12.1993 (19) JP

(11) 5-344766 (A)

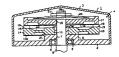
(21) Appl. No. 4-304190 (22) 13.11.1992 (33) JP (31) 91p.337657 (32) 27.11.1991(1)

(71) ASMO CO LTD(1) (72) MOTOYASU YANO(2)

(51) Int. CIs. H02N2/00,B22F5/00

PURPOSE: To enhance rotational efficiency of rotor by increasing density at the oscillating section of at least stator formed through sintering, and to enhance torque and output while simplying manufacture of stator and reducing cost.

CONSTITUTION: This is a stator for an ultrasonic motor wherein AC voltage is applied on a piezoelectric element 10a to oscillate an annular stator 10 which then rotates an annular rotor 17 contacting therewith on the top surface thereof. The stator 10 is made of a sintered alloy and slits 15 are formed radially, at substantially constant intervals, in the top surface thereof to provide a pectinated oscillating section 16 wherein the oscillating section 16, in the direction perpendicular to the radial direction of the stator 10, is formed substantially in square.



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

05-344764

(43)Date of publication of application: 24.12.1993

(51)Int.CI.

H02N 2/00

(21)Application number: 04-171716

H01L 41/09

(22)Date of filing:

05.06.1992

(71)Applicant: (72)Inventor:

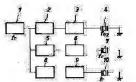
OLYMPUS OPTICAL CO LTD FUNAKUBO TOMOKI

TSUBATA TOSHIHARU IMAI YUUGO

(54) DRIVING METHOD FOR ULTRASONIC OSCILLATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a driving method for ultrasonic oscillator in which undesirable bending oscillation excited by longitudinal oscillation is suppressed effectively and controllability is enhanced in the moving direction of linear actuator or two-dimensional actuator. CONSTITUTION: Driving frequencies of a multilayer piezoelectric element 4 for driving longitudinal oscillation and piezoelectric elements 7, 10 for driving bending oscillation in an ultrasonic oscillator comprising a resilient body and piezoelectric elements are set at a ratio of 1:n (where, n is an integer higher than 1).



#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] [Date of requesting appeal against examiner's decision of

rejection

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

# (19)日本國特許庁 (JP) (12) 公開特許公報 (A)

## (11)特許出願公開番号

# 特開平5-344764

(43)公開日 平成5年(1993)12月24日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup> H 0 2 N	2/00	織別記号 C	庁内整理番号 8525-5H	FI		ī	技術表示簡所
HOIL			9274-4M	H01L	41/ 08	P	

## 審査請求 未請求 請求項の数1(全 5 頁)

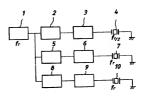
(21)出願番号	特顧平4-171716	(71)出願人	オリンパス光学工業株式会社			
(21) HIRKEN 'J						
(22)出願日	平成 4年(1992) 6月 5日		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号			
(MA) JUNIO		(72)発明者				
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2 オリン			
			パス光学工業株式会社内			
		(72)発明者	今井 裕五			
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2 オリン			
			パス光学工業株式会社内			
		(72)発明者	舟窪 朋樹			
		(12)	東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2 オリン			
		1	パス光学工業株式会社内			
		(74)代理人	弁理士 奈良 武			

## (54) 【発明の名称 】 超音波振動子の駆動方法

#### (57) 【要約】

【目的】 縦振動により励起される不要な屈曲振動の発 生を効果的に抑制し、リニアアクチュエータや2次元ア クチュエータの移動方向の制御性を向上させることので きる、超音波振動子の駆動方法を提供することを目的と する。

【構成】 弾性体及び圧電素子により構成される超音波 振動子の縦振動駆動用の積層圧電素子4の駆動周波数 と、屈曲振動駆動用の圧電素子7、10の駆動周波数と の比を1:n(但し、nは2以上の整数)とした。



- 1 発振器
- 2 分周器
- 3, 6 増幅器
- 4 特層圧電索子
- 5,8 位相器
- 7, 10 圧電素子

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 弾性体及び圧電素子により構成され、縦 振動とこれに直交する屈曲振動とにより前記弾性体に合 成振動を発生させる超音波振動子において、前記縦振動 の周波数と前記屈曲振動の周波数との比を1:n (但 し、nは2以上の整数)としたことを特徴とする超音波 振動子の駆動方法。

## 【発明の詳細な説明】

# [0001]

【産業上の利用分野】本発明は、圧電素子等の電気機械 10 変換素子を振動源として用いた超音波振動子の駆動方法 に関する。

#### [0002]

【従来の技術】従来、超音波振動子を用いて2次元アク チュエータを構成することが提案されている。例えば、 特開平2-7875号公報に開示された超音波振動子で は、立方体の弾性体に縦振動を励起するとともに、この 縦振動に直交する2方向に屈曲振動を励起して、これら 3方向の振動を合成して弾性体の縦振動方向端に楕円運

20 動を発生させている。 【0003】かかる従来技術について添付図面により説 明すると、図5は従来の超音波振動子の構成を示す図で あり、図6は従来の超音波振動子の動作を説明するため の図であり、図7は従来の超音波振動子を用いたXYス テージの基本構成を示す図である。まず、図5により従 来の超音波振動子の構成を説明する。図示の通り、この 超音波振動子は、弾性体29の4側面に圧電素子30、 31、32、33を取り付けるとともに、同弾性体29 の上面に積層圧電素子34を取り付け、さらにその上面 に上板35及び突起部36を設けたものである。この超 30 音波振動子は、図5 (c) のように結線して、4つの圧 電素子30、31、32、33に交流電圧を印加すると 圧電効果により振動子37全体が屈曲振動を行う。図6 (b) はかかる振動の様子を模式的に示すものである。 なお、図5 (c) に記載した矢印は圧電素子の分極方向 を示している。このようにして、圧電素子30、32ま たは圧電素子31、33を組み合わせて互いに直交する 方向に屈曲振動を励起する。一方、積層圧電素子34に 交流電圧を印加すると、図6 (a) に示すような縦振動 が得られる。

【0004】上述の屈曲振動の周波数と縦振動の周波数 とを同一として位相を適当に制御すると、突起部36の 先端は図6 (c) のような楕円運動を行う。そして、こ の楕円運動の方向は、前述した直交方向の屈曲振動を適 当に合成して360度任意方向に制御することができ る。ここで、図7に示すように、振動子37の突起部3 6に可動体38の底面が接触するように支持して、この 楕円運動を行うと可動体38をXYの任意の方向に移動 することができる。以上のようにして、超音波振動子を 用いたXYステージが構成される。なお、屈曲振動の振 50 動とにより前記弾性体に合成振動を発生させる超音波振

2 幅は、振動子37の共振周波数で振動させることにより XYステージを駆動可能な大きさ(0.5μm程度)と なっている。

### [0005]

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述の超音 波振動子では、本来、縦方向の駆動力のみを印加すれば 縦振動のみが発生し、屈曲振動が発生しないはずである にも関わらず、実際には、屈曲振動の共振周波数で縦振 動を励起すると屈曲振動も同時に励起されてしまうとい う問題点があった。

【0006】かかる問題点について、より詳しく説明す る。図8のグラフは、横軸に縦振動の駆動周波数、縦軸 に屈曲振動の振幅をとって測定結果を示したものであ る。縦振動の振幅をパラメータとして (a) ~ (c) の 曲線をプロットした。このグラフによれば、縦振動の周 波数を変化させると屈曲振動の共振周波数付近(グラフ のほぼ中央) で屈曲振動の振幅が著しく大きくなってい ることがわかる。

【0007】次に、この原因について説明する。図9 (a) ~ (c) は弾性体25の上部に固定した積層圧電 素子26が縦振動を行う様子を示している。 積層圧電素 子26が矢印27の方向に伸縮し縦振動を発生すると、 これと垂直方向成分の力28が同時に発生し、屈曲振動 が生ずる。ここで、 (a) は積層圧電素子26の中心と 弾性体25の中心とがずれている場合で、固定時の位置 ずれ誤差によるものである。 (b) は弾性体25の上端 面の直角度が不正確な場合で、弾性体25の加工誤差に よるものである。 (c) は積層圧電素子26の端面の直 角度が不正確な場合で、製作上の誤差によるものであ る。これらの誤差は、厳密にはいずれも避けることがで きないものである。この結果、すでに図8で説明したよ うに、縦振動の周波数が屈曲振動の共振周波数と一致す ると微小な力であっても比較的大きな振動が発生する。 このような超音波振動子を用いて図7に示した2次元可 動のXYステージを構成すると、縦振動のみで可動体3 8が移動してしまい、制御性がきわめて悪いという欠点 があった。

【0008】本発明は上記問題点に鑑みてなされたもの で、弾性体や圧電素子の加工誤差、取付誤差等に起因す る不要な屈曲振動の発生を効果的に抑制することのでき る超音波振動子の駆動方法を提供し、駆動しようとする 総振動の方向と垂直方向の屈曲振動の成分の力が加わっ ても振幅を微小にとどめ、超音波振動子及びこれを使用 したアクチュエータの制御性を向上させることを目的と する。

#### [0009]

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため に本発明の超音波振動子の駆動方法では、弾性体及び圧 電素子により構成され、凝振動とこれに直交する屈曲振 動子において、前記縦振動の周波数と前記屈曲振動の周 波数との比を1:n(但し、nは2以上の整数)とし

## [0010]

【作用】上記手段からなる本発明の超音波振動子の駆動 方法では、縦振動の周波数と屈曲振動の周波数との比を 1:nとすることにより、弾性体の合成振動を閉じた振 動とした。しかもこれにより、たとえ縦振動により屈曲 方向の成分を持つ駆動力が発生しても、屈曲振動の共振 周波数からずれているため、共振時に比較して振幅は著 10 しく小さくなる。従って、屈曲振動の制御性が向上す

【0011】以下、添付図面を参照して本発明に係る超 音波振動子の駆動方法のいくつかの実施例を説明する。 [0012]

$$f_n = 1 / (2\pi) \cdot \alpha_n^2 / 1^2 \{ (EI) / (\rho A) \} 1/2$$
  
=const ·  $\alpha_n^2$ 

但し、1は弾性体の長さ、Eはヤング率、Iは慣性モー メント、ρは密度、Aは断面積である。また、αn は次 の値をとる定数である。

- $\alpha_1 = 1.87510$   $\alpha_2 = 4.60409$   $\alpha_3 = 7.85476$ ... (自由端 固定端)
- $\alpha_1 = 4.73004$   $\alpha_2 = 7.85320$   $\alpha_3 = 10.9956$ ... (自由端 自由端)

なお、参考のため、各次数の振動モードを図3に示し た。 (a) は両端とも固定しない場合の屈曲の共振につ いて示しており、 (b) は一端を固定した場合のもので

【0014】上記数式から明らかなように、共振周波数 は  $(\alpha_{n+1} / \alpha_n)^2$  ごとに存在する。そして、この値 30 は自由端一固定端、自由端一自由端のいずれの場合にも 2となることはない。すなわち、共振の1/2の周波数 には他の次数の共振周波数は存在しないことになる。し たがって、縦振動を屈曲振動の共振周波数の1/2とし ても屈曲の共振が励起されることはない。

【0015】さらに、縦振動と屈曲振動の周波数を1: 2として相互の位相を調整すれば、合成される振動は図 4に示すような「8」の字を描く。従って、「8」の字 の上端部に図7と同様に可動体38を接触させれば、従 来の楕円運動の場合と同様、XYステージ等のアクチュ 40 エータを構成できることがわかる。しかも、縦振動によ り励起される屈曲共振振動のために縦振動のみで可動体 38が移動することはない。

#### [0016]

【実施例2】次に、本発明の実施例2を説明する。図2 は本発明の実施例2の構成を示す図である。この実施例 では発振器 1 1 は凝振動の周波数波形を発振する。この 信号は増幅器12及び2逓倍器14に接続され、増幅器 12を介して積層圧電素子13を駆動する一方、2週倍 器14にて縦振動周波数の2倍の屈曲振動の周波数とな 50 1,11 発振器

\* 【実施例1】まず、本発明の実施例1を説明する。図1 は本発明の実施例1の構成を示す図である。図におい て、発振器 1 は屈曲振動の周波数波形を発振するもの で、この信号は分周器2、移相器5及び移相器6に接続 されている。分周器2では、この信号を1/2分周し て、屈曲振動の周波数の1/2の周波数の縦振動周波数 を得た後、増幅器3を介して積層圧電素子4を駆動して いる。また、移相器5及び移相器6は各々増幅器6、増 幅器9に接続され、X軸方向の屈曲振動を発生する圧電 素子7とY軸方向の屈曲振動を発生する圧電素子10と の駆動が行われる。

【0013】次に、実施例1の作用を説明する。一般 に、弾性体の屈曲振動のn次の共振周波数は次式で示さ れる。

って、移相器15及び移相器18で位相を調節された 後、増幅器16、19を介してX軸方向の屈曲振動を発 20 生する圧電素子7とY軸方向の屈曲振動を発生する圧電 表子10との駆動が行われる。また、図2(b)は2通 倍器14の具体的構成を示しており、乗算器21とハイ パスフィルター22とアンプ23とを直列に接続したも のとなっている。

【0017】なお、本発明は上記実施例に限定されるも のではなく、特に、実施例中では周波数比を1:2とし たが、1:3、1:4、... 等でも同様な効果が得られ

## [0018]

【発明の効果】以上説明したように、本発明の超音波振 動子の駆動方法によれば、縦振動により励起される不要 な屈曲振動の発生を効果的に抑制することができるの で、リニアアクチュエータや2次元アクチュエータの移 動方向の制御性が向上し、制御装置の構成を単純化する ことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の構成を示す図である。

【図2】本発明の実施例2の構成を示す図である。

【図3】屈曲振動の振動モードを示す図である。

【図4】 本発明の作用を説明するための図である。 【図5】従来の超音波振動子の構成を示す図である。

【図6】従来の超音波振動子の動作を説明するための図 である。

【図7】従来の超音波振動子を用いたXYステージの基 太構成を示す図である。

【図8】 従来技術の問題点を説明するためのグラフであ

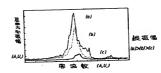
【図9】従来技術の問題点を説明するための図である。 【符号の説明】

2 #

【図5】











[図9]

